

## Patrón espacial de riqueza específica y vacíos de representatividad de flebotominos del género *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) en Mérida, Venezuela

### Spatial patterns of specific richness and gaps of representativeness of sandflies genus *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) in Merida, Venezuela

María Rujano<sup>1,2</sup>, Mireya Sánchez<sup>1</sup>, Yorfer Rondón<sup>1</sup>, Maritza Rondón<sup>1</sup>, Elsa Nieves<sup>1\*</sup>

\* Autor de correspondencia: [nievesbelsa@gmail.com](mailto:nievesbelsa@gmail.com)

Recibido: 14 octubre de 2018

Aceptado: 26 marzo de 2019

1 Laboratorio de Parasitología Experimental, Facultad de Ciencias, Departamento de Biología, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

2 Laboratorio de Sostenibilidad y Ecodiseño, Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales, Facultad de Arquitectura y Diseño, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela

#### Resumen

##### Palabras clave:

distribución espacial; riqueza potencial; flebotominos; MaxEnt; modelado

Los modelos de distribución de especies son una poderosa herramienta que presenta diferentes aplicaciones. El presente trabajo aporta los patrones de diversidad espacial de los flebotominos en el estado Mérida, Venezuela, por medio del modelado aplicando el algoritmo de máxima entropía MaxEnt, con el cual se generaron los mapas de distribución de riqueza específica y riqueza potencial del género *Lutzomyia* en dicha región. A partir de dichas distribuciones, se proyectan los vacíos de representatividad, que es la ocurrencia de flebotominos en áreas con insuficiente información. Para el análisis, se creó una base de datos de presencia con 30 especies del género *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) capturadas en diferentes puntos georreferenciados de Mérida. Los resultados muestran que las regiones de alta riqueza específica y potencial correspondieron a la zona del valle del Mocotíes, seguida por áreas de la zona panamericana del estado Mérida, mientras que los municipios pertenecientes a los Pueblos del Sur y los municipios que comprenden al páramo merideño presentaron los valores más bajos en este sentido. El análisis identificó vacíos de representatividad, espacios probables de presencia de flebotominos del género *Lutzomyia* en zonas sin registro de captura, en los municipios de los Pueblos del Sur, de la zona metropolitana y del páramo merideño. Se aportan datos sobre la biodiversidad de los flebotominos en el estado Mérida importantes para los entes de control en la prevención contra la leishmaniasis.

#### Abstract

##### Key words:

spatial distribution; richness potential; sandflies; MaxEnt; modeling

Species distribution models are a powerful tool that presents different applications. This work contributes patterns spatial diversity of sandflies in the state of Mérida by applying modeling algorithm of maximum entropy MaxEnt generating maps specific richness distribution and potential richness of the genus *Lutzomyia* in the state Mérida Venezuela and from these distributions are projected gaps of representativeness sandflies occurrence in areas with insufficient record. For the analysis a database of presence with 30 species of the genus *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) captured in different georeferenced points state Mérida Venezuela was created. The results show that the regions of high specific and potential richness corresponded to the zone of the Mocotíes valley, followed by areas of the Pan-American zone of Mérida state. While the municipalities belonging to the Towns of the South and municipalities that comprise the Páramo Mérida presented the lowest values of specific and potential richness. The analysis identified gaps of representativeness, probable spaces for the presence sandflies of genus *Lutzomyia* in areas without capture record detected in the municipalities of the Towns of the South, in municipalities of the metropolitan area and the Páramo Mérida. Data on the biodiversity of sandflies in the Mérida state are provided important for control agencies in the prevention of leishmaniasis.

Los flebotominos son insectos pertenecientes al género *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) transmisores del parásito *Leishmania* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae), causante de la leishmaniasis (Alexander y Maroli, 2003; Pinzón y Spence, 2013). Para comprender cómo estos responden a cambios inducidos por procesos naturales o antrópicos, de impactos climáticos y la distribución espacial de la biodiversidad, existen diferentes instrumentos de análisis, entre ellos el modelado (Chapman y Busby, 1994; Peterson y Vieglais, 2001; Nogues, 2003; Aguirre-Morales *et al.*, 2016).

Los modelos de distribución potencial de especies son una herramienta analítica para interpolar espacialmente información biológica importante de las áreas favorables para la presencia de especies (Peterson *et al.*, 2011). Es así como la distribución geográfica y potencial de los flebotominos en el estado Mérida ha sido estudiada con diferentes técnicas de modelado (Rujano *et al.*, 2015). Similarmente, se han observado la distribución de los flebotominos del estado Mérida con análisis de modelado bajo la premisa del impacto del calentamiento global con aportes importantes en la epidemiología y prevención de leishmaniasis (Nieves *et al.*, 2014a; Nieves *et al.*, 2015a). Comprender la biodiversidad y distribución de las especies en el tiempo y el espacio es imprescindible para entender y gestionar la manera más adecuada de la enorme diversidad biológica (Chapman y Busby, 1994; Nogues, 2003; Guisan y Thuiller, 2005; Mateo *et al.*, 2011; Plissock y Fuentes, 2011).

Desde una perspectiva de conservación, biodiversidad y control, el modelado permite predecir la ocurrencia de especies en áreas con insuficiente información (Pinzón y Spence, 2013). Esto resulta útil ante la dificultad de muestreo en extensas zonas y la escasa información sobre datos de presencia de especies de flebotominos, que hacen necesario predecir la ocurrencia con modelos matemáticos (Stockwell y Peters, 1999; Phillips *et al.*, 2006). Sin embargo, para que esos modelos se ajusten a la realidad y para disminuir errores de muestreo, es importante evaluar diferentes aspectos. Uno de ellos es la evaluación de los vacíos de representatividad (Plissock y Fuentes, 2011; Jacinto-Flores *et al.*, 2017), es decir, áreas desconocidas que no cuentan con registros de presencia (Guisan y Thuiller, 2005; Vargas *et al.*, 2010; Medina-Romero *et al.*, 2016). Con todo esto en mente, el objetivo de este trabajo es ampliar el conocimiento sobre la distribución de los flebotominos en el estado Mérida utilizando el modelado espacial de los patrones de distribución de la riqueza específica y potencial del género *Lutzomyia* e inferir los vacíos de representatividad. Limitaciones para inventariar la biodiversidad en áreas de gran extensión y

a la escasez de información sobre la presencia de muchas especies, se hace necesario poder predecir la ocurrencia de dichas especies en áreas de interés a partir de modelos matemáticos (Stockwell y Peters 1999; Phillips *et al.*, 2006).

Se elaboró una base de datos en archivo csv con la ocurrencia de 30 especies de flebotominos pertenecientes al género *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) georreferenciadas y capturadas en diferentes zonas del estado y que se encuentran depositadas en la colección entomológica del LAPEX de la Universidad de Los Andes de Mérida. El área de estudio abarca dicho estado, localizado al occidente de Venezuela, entre las coordenadas 07°34'60,0" y 09°21'00" de latitud norte y los 70°30'0,0" y 72°0'0,0" de longitud oeste. La región presenta una gran variación bioclimática y altitudinal que va desde el nivel del mar hasta 4 978 msnm (Ataroff y Sarmiento, 2004), y se encuentra conformada por 23 divisiones geopolíticas, llamadas municipios, y zonas geográficas (figura 1).



Figura 1. Ubicación espacial de los puntos georreferenciados de presencia de flebotominos del género *Lutzomyia* en el estado Mérida Venezuela.

Los flebotominos fueron capturados con trampas de Shannon, trampas CDC, trampas adhesivas y aspiración directa, como lo describen Nieves *et al.* (2014b). Los registros de los sitios de captura de los insectos se georreferenciaron con un equipo GPS-Garmin-Oregón 550, y los flebotominos se identificaron según las claves de Young y Duncan (1994),

mediante comparación de la morfología externa e interna, como se describe en Nieves *et al.* (2014b). Se emplearon las capas ambientales en formato ráster para la zona 23 con una resolución espacial de 1 km, 30 arcossegundos, derivadas de la interpolación de datos medios mensuales de precipitación y temperatura registrados en estaciones meteorológicas desde el año 1950 hasta el 2000, disponibles en la base de datos WorldClim (<http://www.worldclim.org>) (Hijmans *et al.*, 2005a). Las 19 variables bioclimáticas predictoras WorldClim utilizadas fueron la temperatura promedio anual (°C); el rango de temperatura diurna (°C); la isoterma (°C); la estacionalidad de temperatura (%); la temperatura máxima del período más caliente (°C); la temperatura mínima del período más frío (°C); el rango anual de temperatura (°C); la temperatura media en el trimestre más lluvioso (°C); la temperatura promedio en el trimestre más seco (°C); la temperatura promedio en el trimestre más caluroso (°C); la temperatura promedio en el trimestre más frío (°C); la precipitación anual (mm); la precipitación en el período más lluvioso (mm); la precipitación en el período más seco (mm); la estacionalidad de la precipitación (%); la precipitación en el trimestre más lluvioso (mm); la precipitación en el trimestre más seco (mm); la precipitación en el trimestre más caluroso (mm), y la precipitación en el trimestre más frío (mm).

Para el modelado se utilizó el algoritmo de máxima entropía MaxEnt, versión 3.3 (Phillips y Dudik, 2008). Los modelos se generaron sobre la base del total de registros disponibles para toda el área de distribución de cada especie del género *Lutzomyia* y las variables predictivas de datos climáticos. Una vez generados los rásteres binarios de las áreas de distribución para cada especie de *Lutzomyia*, se utilizó el programa DIVA-GIS (versión 7.5) (Hijmans *et al.*, 2005b) para sumar los mapas y así obtener un modelo final de consenso de predicción (Rujano *et al.*, 2015), que se materializa en un mapa que representa los patrones de distribución espacial del género *Lutzomyia* en el estado Mérida. El análisis de riqueza específica de registros puntuales georreferenciados y riqueza potencial con el modelado predictivo permitió inferir los vacíos de representatividad en la región, esto es, las áreas geográficas sin ningún registro de muestreo donde es probable encontrar diversas especies de *Lutzomyia* (Scheldeman y Van Zonneveld, 2011). Los resultados se representan en mapas con diferentes colores, que indican los patrones de distribución de riqueza específica, riqueza potencial y los vacíos en representatividad del género *Lutzomyia* en Mérida.

La figura 2 muestra la distribución de riqueza específica del género *Lutzomyia* en Mérida. La zona de mayor diversidad fue el suroeste del estado, con un rango de 15

a 17 especies, correspondiente a los municipios en el valle del Mocotíes, específicamente en el municipio Zea, que comprenden principalmente zonas montañosas, seguidos por los municipios de la zona panamericana, con una riqueza específica de entre 11 y 14 especies. Por otro lado, los menores valores de riqueza específica se presentan en los municipios ubicados en las zonas de mayor altitud, correspondiente a las áreas de páramo andino, principalmente los municipios Rangel y Cardenal Quintero.

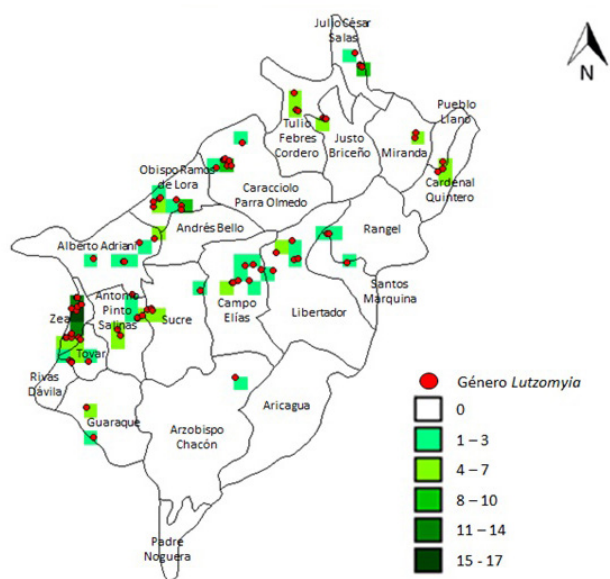


Figura 2. Patrón de distribución espacial de riqueza específica de flebotominos del género *Lutzomyia* en el estado Mérida Venezuela. Puntos rojos presencia del género *Lutzomyia*. El cuadrante de color indica el número de especies, el gradiente de especies va de 0 a 17, las zonas más oscuras representan mayor riqueza específica.

Los anteriores resultados muestran que los distintos municipios de Mérida presentan una gran biodiversidad de flebotominos. Se observa entonces que la heterogeneidad geográfica y ecológica del estado ofrece numerosos sitios de cría y de refugio que proveen las condiciones propicias para la propagación de estos insectos y su supervivencia en la región, lo que explica la gran biodiversidad de *Lutzomyia* y concuerda con una alta transmisión de leishmaniasis (Yarbu, 2011). Lamentablemente, es innegable que el aumento de las presiones antropogénicas sobre la biodiversidad, en particular el cambio de uso de suelo, la modificación de los ecosistemas, la extracción ilícita y mal planeamiento de los recursos naturales y el deterioro de los ecosistemas en general están conduciendo a una pérdida irreversible de especies o de sus poblaciones (Peterson,

2006; Ready, 2008). Estos cambios en la biodiversidad pueden tener una repercusión considerable en las áreas de transmisión de la leishmaniasis (Añez *et al.*, 1998; Nieves *et al.*, 2018).

Los patrones de distribución de riqueza potencial del género *Lutzomyia* en Mérida se presentan en la figura 3. Las áreas con alta riqueza potencial corresponden a los municipios del valle del Mocotíes y la zona panamericana, que presentan rangos de 24-28 y 19-24 especies, respectivamente. Así mismo se determinó una riqueza potencial media entre 15-19 especies en los municipios centrales del estado, como Campo Elías. En cuanto a otras zonas, los municipios de los Pueblos del Sur mostraron una riqueza potencial con 10-15 especies, mientras que los municipios pertenecientes a los Pueblos del Sur y aquellos correspondientes a la zona del páramo presentaron los valores más bajos de riqueza potencial, de 6-10 especies. A pesar del deterioro del hábitat por presiones ambientales (Rodríguez *et al.*, 2007) y/o antropogénicas (Nieves *et al.*, 2014a) que han llevado a la destrucción de los refugios naturales en la región, fenómeno que impacta en la abundancia y riqueza de flebotominos (Nieves *et al.*, 2015b; 2018), incrementando la dominancia y disminuyendo la diversidad y riqueza de la especie en las áreas intervenidas, lo que se deduce como una posible pérdida en la biodiversidad (Nieves *et al.*, 2014a), los resultados muestran mayores valores de la riqueza potencial en relación con la riqueza específica. Esto podría explicarse, tal vez, por un posible sesgo en el muestreo: la biodiversidad no se distribuye de manera homogénea, por lo que sus patrones espaciales han sido objeto de estudios en diferentes escalas o niveles, tipo hábitat o paisaje, hasta áreas de limitaciones geopolíticas (Almazán-Núñez *et al.*, 2013). Los mapas generados de distribución de riqueza específica y potencial expresan las áreas con variables climatológicas adecuadas para la diversidad de especies y también permiten relacionarla a los municipios del estado. Aunque las divisiones geopolíticas son arbitrarias, como los municipios de Mérida, los mapas obtenidos son relevantes a la hora de considerar estrategias de control contra la leishmaniasis por los entes competentes.

La figura 4 muestra los vacíos de representatividad del género *Lutzomyia* en el estado Mérida. Los resultados revelan que el análisis ajusta bien los valores de riqueza potencial y riqueza específica y predice vacíos de representatividad. De manera que las zonas probables de presencia de *Lutzomyia* en áreas no muestreadas del estado corresponden a los municipios de los Pueblos del Sur, de la zona metropolitana y de la zona del páramo.

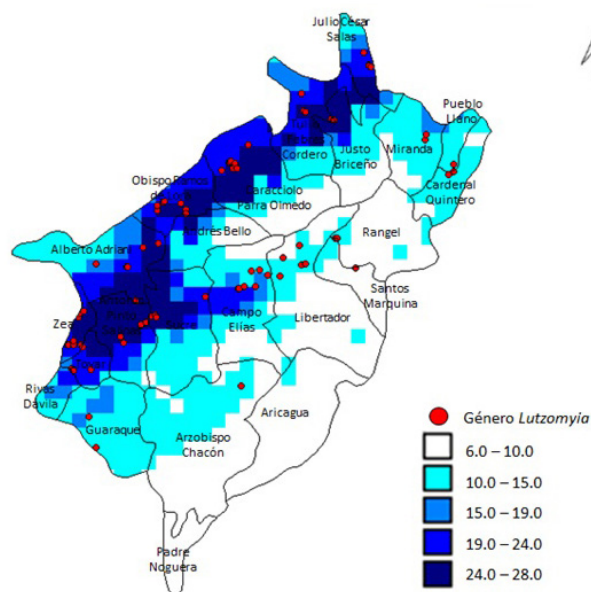


Figura 3. Patrón de distribución de la riqueza potencial de flebotominos del género *Lutzomyia* en el estado Mérida, Venezuela. Los puntos rojos indican la presencia del género *Lutzomyia*, mientras que el cuadrante de color indica el número de especies. El gradiente de especies va de 6 a 28, y las zonas más oscuras representan mayor riqueza potencial.

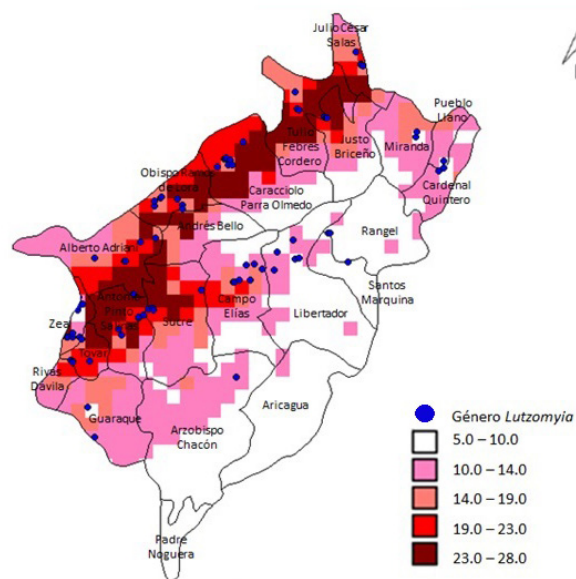


Figura 4. Patrón de distribución de vacíos de representatividad de flebotominos del género *Lutzomyia* en el estado Mérida, Venezuela. Se indican en azul los puntos de presencia del género *Lutzomyia*, mientras que el cuadrante de color indica el número de especies. El gradiente de especies va de 5 a 28, y las zonas más oscuras indican mayores áreas de vacíos de representatividad.



El modelado de riqueza específica y potencial de los flebotominos en Mérida sugiere que los municipios que comprenden ecorregiones de altas montañas del estado, correspondientes a zonas del páramo andino a alturas superiores a los 3000 msnm, caracterizadas por presentar temperaturas menores a 10 °C (Ataroff y Sarmiento, 2004), pueden ser considerados como espacios geográficos menos adecuados para estos insectos, lo que concuerda con la distribución de la casuística de leishmaniasis en la zona (Yarbuh, 2011; Nieves *et al.*, 2014b). Sin embargo, hay que tomar en consideración que el análisis predijo vacíos de representatividad, es decir, espacios probables de presencia de *Lutzomyia*, en zonas no muestreadas en esas ecorregiones del páramo, lo que lleva a indicar que estas zonas altas merideñas presentan posibles condiciones climatológicas adecuadas a la presencia de estas especies. Estas predicciones no se deben menospreciar por más que no existan reportes de flebotominos capturados en Mérida a más de 2 800 metros de altitud (Young y Duncan, 1994; Rondón, 2014), pues las especies pueden adaptarse a los cambios del medio ambiente (Nieves *et al.*, 2018) y a diferentes condiciones ambientales, incluyendo zonas áridas y bajas o altas y heladas del planeta, e irse adecuando en el tiempo a ambientes o espacios que antes eran inadecuados (Sutherst, 2001). Además, se debe tener en cuenta la posible adaptación de las especies a las alteraciones del medio ambiente ocasionadas por el cambio climático (González *et al.*, 2014), en especial en estas zonas más vulnerables, que pueden afectar la distribución y adaptación de ciertas especies producto del calentamiento global, como lo plantea Nieves *et al.* (2015a) en cuanto a la distribución potencial de las principales especies de flebotominos en Mérida.

En definitiva, el modelado es una poderosa herramienta que permitió visualizar los patrones de distribución espacial del género *Lutzomyia* en el estado de Mérida y detectar vacíos de representatividad. Se espera que los resultados contribuyan en el diseño de estrategias y toma de decisiones más integrales en el control de la leishmaniasis.

### Agradecimientos

A la Universidad de Los Andes por el apoyo financiero y parcial del Proyecto Estratégico Fonacit (Fondo Nacional de Ciencias, Tecnología e Innovación) n.º 2011000371, bajo la responsabilidad de la Dra. Elsa Nieves.

### Referencias

- Aguirre-Morales, A.C., Bonilla-Morales, M.M. y Caetano, C.M. 2016. Evaluación de la diversidad y patrones de distribución de *Passiflora* subgénero *Astropheia* (Passifloraceae) en Colombia. Un reto para la investigación taxonómica, florística y de conservación de las especies. *Acta Agronómica* 65(4): 422-430.
- Alexander, B. y Maroli, M. 2003. Control of phlebotomine sandflies. *Medical Veterinary Entomology* 17: 1- 8.
- Almazán-Núñez, R.C., López, De A.S., Ríos-Muñoz C.A. y Navarro-Sigüenza, A.G. 2013. Áreas potenciales de riqueza, endemismo y conservación de las aves del estado de Querétaro, México. *Interciencia* 38: 1-34.
- Añez, N., Cazorla, D., Nieves, E., Chataing, M. y De Yarbuh, A. 1998. Epidemiología de la *Leishmaniasis* tegumentaria en Mérida, Venezuela. Diversidad y dispersión de especies flebotominas en tres pisos altitudinales y su posible rol en la transmisión de la enfermedad. *Memorias do Instituto Oswaldo Cruz* 83(4): 455-463.
- Ataroff, M. y Sarmiento, L. 2004. Las unidades ecológicas de los Andes de Venezuela. En: La Marca, E. y Soriano, P., Editores. *Reptiles de Los Andes de Venezuela*. Fundación Polar, Codepre-ULA, Fundacite-Mérida-Venezuela y Biogeos, Mérida.
- Chapman, A.D. y Busby, J.R. 1994. Linking plant species information to continental biodiversity inventory, climate modeling and environmental monitoring. En: Miller, R.I., Editor. *Mapping the diversity of nature*. Chapman & Hall, Londres.
- González, C., Paz, A. y Ferro, C. 2014. Predicted altitudinal shifts and reduced spatial distribution of *Leishmania infantum* vector species under climate change scenarios in Colombia. *Acta Tropica* 129: 83-90.
- Guisan, A. y Thuiller, W. 2005. Predicting species distribution: Offering more than simple habitat models. *Ecology Letters* 8: 993-1009.
- Hijmans, R.J., Cameron, S., Parra, J., Jones, P. y Jarvis, A. 2005a. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. *International Journal Climatology* 25(15): 1965-1978.
- Hijmans, R.J., Guarino, L., Jarvis, A., O'Brien, R. y Mathur, P. 2005b. DIVA-GIS, versión 7.5. <http://www.diva-gis.org/>. Consultado: 28 marzo de 2019.

- Jacinto-Flores, N.E., Sánchez-González, L.A. y Almazán-Núñez, R.C. 2017. Patrones de distribución y zonas prioritarias para la conservación de la avifauna de la costa del Pacífico de Guerrero, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad* 88: 960 -977.
- Mateo, R., Felicísimo, A. y Muñoz, J. 2011. Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural* 84: 217-240.
- Medina-Romero, M., Castillo-Cerón, J. y Goyenechea, I. 2016. Riqueza herpetofaunística potencial y específica en la provincia biogeográfica de la Sierra Madre Oriental. *Ecología y Conservación de Anfibios y Reptiles de México Especial* 4: 1-26.
- Nieves, E., Oraá, L., Rondón, Y., Sánchez, M., Sánchez, Y., Rojas, M., Rondón, M., Rujano, M., González, N. y Cazorla, D. 2014a. Effect of environmental disturbance on the population of sandflies and *Leishmania* transmission in an endemic area of Venezuela. *Journal Tropical in Medicine* 2014: 1-7.
- Nieves, E., Oraá, L., Rondón, Y., Sánchez, M., Sánchez, Y., Rujano, M., Rondón, M., Rojas, M., González, N. y Cazorla, D. 2014b. Riesgo de transmisión de *Leishmania* (Kinetoplastida: Trypanosomatidae) en Mérida Venezuela. *Avances en Biomedicina* 3: 57-64.
- Nieves, E., Rujano, M., Ospino, H., Oraá, L., Rondón, Y., Sánchez, M., Sánchez, Y., Rondón, M., Rojas, M., González, N. y Cazorla, D. 2015a. Efectos del cambio climático sobre la distribución potencial de los flebotominos transmisores de leishmaniasis en Mérida, Venezuela. *Intropica* 10: 60-73.
- Nieves, E., Oraá, L., Rondón, Y., Sánchez, M., Sánchez, Y., Rujano, M., Rondón, M., Rojas, M., González, N. y Cazorla, D. 2015b. Distribution of Vector Sandflies *Leishmaniasis* from an Endemic Area of Venezuela. *Journal Tropical Disease* 3(2): 1-7.
- Nieves, B.E., Zambrano, A.E., Sánchez, M., Rondón, V.M. y Sandoval, R.C. 2018. Invasión de flebotomino transmisores de *Leishmania* en Mérida Venezuela. *Revista Duazary* 15(2): 129-142.
- Nogues, D.B. 2003. Estudio de la distribución espacial de la biodiversidad: conceptos y métodos. *Cuadernos de Investigación Geográfica* 29: 67-82.
- Peterson, A. y Vieglais, D. 2001. Predicting Species Invasions Using Ecological Niche Modeling: New Approaches from Bioinformatics Attack a Pressing Problem. *Bio Science* 51(5): 363-371.
- Peterson, A. 2006. Ecologic niche modeling and spatial patterns of disease transmission. *Emergen Infection Disease* 12: 1822-1826.
- Peterson, A.T., Soberón, J., Pearson, R.G., Anderson, R.P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M. y Araújo, M. 2011. *Ecological Niches and Geographic Distributions*. Monographs in Population Biology, Princeton University Press, Princeton, Nueva Jersey.
- Phillips, S., Anderson, R.P. y Schapire, R.E. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling* 190: 231-259.
- Phillips, J. y Dudik, M. 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: new extensions and a comprehensive evaluation. *Ecography* 31: 161-175.
- Pinzón, J. y Spence, J.R. 2013. Modelos de distribución de especies y *hotspots* de biodiversidad. In *Memorias 40° Congreso Socolen* 40: 281-319.
- Plissock, P. y Fuentes, T.C. 2011. Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles. *Revue Geograficaue Norte Gd* 48: 61-79.
- Ready, P.D. 2008. *Leishmaniasis* emergence and climate change. *Revue Scientifique Technique* 27(2): 399-412.
- Rodríguez, N., Carrero, J., De Lima H., Sandoval, I., Fernández, A. y Barrios, M. 2007. Impacto de fenómenos naturales (deslaves y vaguadas) sobre la epidemiología de la leishmaniasis cutánea en zonas del estado Mérida, Venezuela. *Revista de la Facultad de Ciencias de la Salud* 11: 43-47.
- Rondón, Y. 2014. Detección parasitológica y molecular de *Leishmania* en el Intestino de flebotominos vectores. Tesis de Grado, Universidad de los Andes, Mérida Venezuela.
- Rujano, M., Oraá, L., Rondón, Y., Sánchez, M., Rondón, M., Sánchez, Y., Rojas, M., González, N., Cazorla, D., Nieves, E. 2015. Modelo de distribución de *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) vectores de leishmaniasis en Mérida Venezuela. *Intropica* 10: 37-51.
- Scheldeman, X. y Van Zonneveld, M. 2011. *Manual de Capacitación en Análisis Especial de Diversidad y Distribución de Plantas*. Bioersivity International, Roma.
- Stockwell, D. y Peters, D. 1999. The GARP modeling system: problems and solutions to automated spatial prediction. *International Journal of Geographical Information Science* 13(2): 143-158.
- Sutherst, R. 2001. Global change and human vulnerability to Vector-Born diseases. *Clinical Microbiology Reviews* 5: 136-73.

Vargas, A., Aguirre, L.F., Siles, L., Terán, M.F., Moya, I. y Zambrana-Torrelío, C.M. 2010. Patrones de riqueza potencial de especies y áreas importantes para la conservación de murciélagos (AICOMs) de Bolivia *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 27: 9-24.

Young, D. y Duncan, M. 1994. Guide to the identification and geographic distribution of *Lutzomyia* sandflies in México, the West Indies, Central and South America (Diptera: Psychodidae). *Memorial American Entomology* 54: 779-881.

Yarbuh, U. 2011. Aspectos socio-ambientales de la leishmaniasis Cutánea en el estado Mérida. Tesis de Maestría, Universidad de Los Andes, Mérida, Venezuela.

**Citar como:** Rujano, M., Sánchez, M., Rondón, Y., Rondón, M. y Nieves, E. 2019. Patrón espacial de riqueza específica y vacíos de representatividad de flebotominos del género *Lutzomyia* (Diptera: Psychodidae) en Mérida Venezuela. *Intropica* 14(1): 65-71. DOI: <http://dx.doi.org/10.21676/23897864.2873>